



UNIVERSIDAD DE LAS REGIONES AUTÓNOMAS DE LA COSTA CARIBE NICARAGÜENSE

MONOGRAFÍA

Bosque huracanado del Laboratorio Natural SNAKI a 10 años del
huracán Félix

Para optar al título de Ingeniera Agroforestal

Autoras: Br. Danegelie Cassitie Garth Torrez
Br. Rosalina Herbacio White

Tutor: MSc. Noé Guadamuz

Bilwi, Puerto Cabezas, RACCN, 2019

UNIVERSIDAD DE LAS REGIONES AUTÓNOMAS DE LA COSTA CARIBE NICARAGÜENSE

MONOGRAFÍA

Bosque huracanado del Laboratorio Natural SNAKI a 10 años del
huracán Félix

Para optar al título de Ingeniera Agroforestal

Autoras: Br. Danegelie Cassitie Garth Torrez
Br. Rosalina Herbacio White

Tutor: MSc. Noé Guadamuz

Bilwi, Puerto Cabezas, RACCN, 2019

Quiero dedicar primeramente el presente trabajo a nuestro padre Dios, porque me ha dado la fuerza y la vida para culminar este importante paso en mi vida y, a mis padres porque siempre estuvieron allí para apoyarme y guiarme en todo momento, ellos son gran el pilar que me motivaba siempre para seguir adelante.

Danegelia

A Dios por bendecirme con el don de la vida y así poder cumplir con mis propósitos de vida.

A mis padres y familia por todo su apoyo concedido en las diferentes etapas de mi vida, pero en especial a mi hermano Juan Herbacio por todo el apoyo incondicional que ha brindado.

Rosalina

AGRADECIMIENTOS

A la Universidad de las Regiones Autónomas de la Costa Caribe Nicaragüense (URACCAN), por habernos abierto las puertas para poder adquirir nuevos conocimientos en materia profesional.

A nuestro tutor Noé Guadamuz por su valiosa contribución al presente estudio, por la paciencia que nos ha tenido por todas las lecciones aprendidas a su lado. A todos y cada uno de nuestros docentes en este largo proceso de aprendizaje.

Un agradecimiento especial a todas las personas que compartieron con nosotras el trabajo de campo requerido para sacar a flote este estudio: los compañeros del cuarto y quinto año de la carrera Ingeniería Agroforestal año 2016, por su gran contribución en el levantamiento de datos de campo.

Y en especial a nuestros padres, a las y los compañeros de clases, y a Dios por brindarnos el don de vivir para cumplir con nuestras metas.

Índice

DEDICATORIA	i
AGRADECIMIENTOS.....	ii
Índice	iii
Resumen.....	v
I. Introducción	1
II. Objetivos	3
2.1. General.....	3
2.2. Específicos	3
III. Marco Teórico	4
3.1. Regeneración natural.....	4
3.1.1. Clasificación de la regeneración natural	4
3.1.2. Factores para el establecimiento de la regeneración natural de un bosque.....	6
3.2. Organización del bosque tropical húmedo	7
3.2.1. Composición florística	7
3.2.2. Estructura	12
3.3. Bosques huracanados	14
IV. Metodología	16
4.1. Ubicación del estudio.....	16
4.2. Tipo de estudio.....	16
4.3. Universo	17
4.4. Marco muestral.....	17
4.5. Muestra	18
4.6. Unidad de análisis	19
4.7. Operacionalización de las variables	19
4.8. Criterios de selección	20
4.9. Fuentes de obtención de datos.....	20
4.10. Técnicas e instrumentos.....	20
4.11. Validez de datos	23
4.12. Procesamiento y análisis	23
V. Resultados y discusión	26

5.1.	Confiabilidad del muestreo	26
5.2.	Composición Florística	27
5.3.	Estructura	32
5.4.	Manejo del bosque.....	35
VI.	Conclusiones.....	40
VII.	Recomendaciones	41
VIII.	Lista de referencias	42
IX.	Anexos.....	44

Resumen

El objetivo del estudio fue valorar el estado de desarrollo del bosque huracanado del laboratorio natural Snaki de la URACCAN Recinto Bilwi, después de transcurrir 10 años de la perturbación causada por el huracán Félix en el año 2007. Se analizó la composición florística (riqueza y diversidad) y estructura del bosque de la regeneración natural en las categorías de fustal, latizal y brinzal. Para esto se realizó un muestreo sistemático donde se emplazaron 90 parcelas anidadas de 1000 m², donde se evaluaron todos los individuos enraizados dentro de las mismas.

Los resultados ponen en evidencia el alto grado de perturbación al que fue sometido el bosque, en vista que actualmente presenta una alta diversidad con 45 familias, 95 géneros y 113 especies, en su mayoría heliófitas (54% de las especies registradas) quienes han aprovechado los grandes claros encontrados en el sitio. La estructura es coetánea donde el 76% de los individuos tienen diámetros en el rango de los 10 y 20 cm y un 60% se ubican en el estrato bajo con alturas en el rango de los 8 y 16 metros.

La conservación de este fragmento de bosque es muy relevante para la zona geográfica donde se ubica, donde la práctica de cambio de uso de suelo a agricultura y ganadería es común, lo que se propone como alternativas de manejo el aprovechamiento de madera y otros productos forestales a pequeña escala, la declaración de reserva natural privada que permita la conservación de la biodiversidad de flora y fauna que alberga y el aprovechamiento de los servicios ecosistémicos para generar ingresos que ayuden al manejo responsable y la sostenibilidad a largo plazo del bosque.

Palabras clave: regeneración natural, riqueza, diversidad, estructura, manejo responsable, servicios ecosistémicos.

I. Introducción

El presente documento contiene la investigación referida al estudio de la regeneración natural del bosque huracanado del laboratorio natural Snaki de la URACCAN Recinto Bilwi, ubicado en la comunidad de Mospam, municipio de Waspam durante el año 2017.

El 04 de septiembre del año 2007 la RACCN fue impactada por el huracán Félix de categoría cinco según la escala de Saffir-Simpson con vientos superiores a los 250 Km/h, dejando a su paso la devastación de extensas áreas de bosque tropical húmedo. Según el INAFOR (2009:129) la superficie estimada de bosque que presento afectación alta es de unas 607,000 hectáreas. Del total de bosque afectado, unas 574,000 hectáreas corresponden a bosque latifoliado y únicamente unas 33,000 hectáreas son bosque de coníferas.

Los estudios y monitoreo a la recuperación del área de bosque afectado son escasos, en el sitio de estudio se tienen datos del 2010 y 2011, que reflejan un incremento en la riqueza del bosque (Guadamuz 2010) y cambios en la estructura horizontal (Salazar, 2011). Sin embargo, es necesario generar información actualizada del estado de desarrollo del bosque a partir de monitoreos periódicos que nos permitan visualizar los potenciales de aprovechamiento de bosques secundarios similares al fragmento de bosque del sitio de estudio.

Con el estudio se da una panorámica de su composición florística y estructura que caracterizan la comunidad vegetal, así también, una propuesta de alternativas que conducen al manejo responsable del sitio para su conservación y sostenibilidad.

El estudio se realizó aplicando un muestreo sistemático en el bosque, estableciendo parcelas anidadas con un área de 1000 m², donde se evaluaron individuos en las categorías de fustal, latizal y brinzal.

El bosque dado su contexto juega un papel muy importante para la conservación de la biodiversidad dado que tiene una alta diversidad, una riqueza de 45 familias, 95 géneros y 113 especies, una estructura coetánea, donde la mayoría de sus individuos presenta diámetros entre 10 y 20 cm y alturas entre 8 y 16 m.

Estos resultados aportan conocimiento técnico-científico que permite tomar decisiones acertadas del manejo responsable de bosque secundarios por parte de autoridades, dueños de bosques, instituciones educativas, profesionales, para caminar hacia la sostenibilidad tanto ecológica, económica y social que conlleve al bienestar de las comunidades y pueblos que habitan la Costa Caribe.

II. Objetivos

2.1. General

Valorar el estado de desarrollo del bosque huracanado del Laboratorio Natural SNAKI de la URACCAN Recinto Bilwi, mediante el estudio de su regeneración natural.

2.2. Específicos

Describir la composición florística (riqueza y diversidad) de la regeneración natural del bosque huracanado.

Caracterizar la estructura horizontal y vertical de la regeneración natural del bosque huracanado.

Proponer alternativas de manejo responsable del bosque huracanado, basadas en el desarrollo de la regeneración natural, para la sostenibilidad del recurso forestal.

III. Marco Teórico

Hacemos referencia a los diferentes elementos teóricos que sustentan nuestra investigación, esto se logró a partir de la revisión de investigaciones de diferentes autores, las cuales se relacionan con la temática de estudio.

3.1. Regeneración natural

Es la reproducción del bosque de forma natural que permite el establecimiento de nuevos individuos que forman el ciclo de renovación natural del mismo. Siendo la regeneración de los bosques la condición indispensable para asegurar una producción persistente (Louman *et al.* 2001).

3.1.1. Clasificación de la regeneración natural

Dimensional

Beek y Sáenz (1992) consideran que las operaciones silviculturales aplicadas a la regeneración natural dependen del tamaño de la misma, por lo que resulta necesario clasificarlas en categorías de acuerdo a su dimensión. Para este estudio se utiliza la clasificación propuesta por Hutchinson (1993), quien clasifica la regeneración natural según su dimensión en las siguientes categorías:

- Árbol: individuo que presenta un dap¹ mayor o igual a 10 cm y menor o igual al DMC².
- Latizal: individuo que presenta un dap mayor o igual a 5.0 cm y menor o igual a 9.9 cm.

¹ Diámetro a la altura del pecho, medido con cinta diamétrica a una altura de 1.30 m del nivel del suelo.

² Diámetro mínimo de corta, considerado el límite mínimo a partir del cual se puede cortar un árbol, establecido según la especie.

- Brinzal: individuo que presenta una altura total mayor o igual a 30 cm y un dap menor o igual a 4.9 cm.

De acuerdo a esta clasificación dimensional, el establecimiento de la regeneración natural se divide en dos categorías:

- Regeneración natural establecida (individuos en la categoría de árbol).
- Regeneración natural no establecida (individuos en las categorías de latizal y brinzal).

Ecológica

Desde el punto de vista ecológico, la luz es uno de los principales factores que afecta las posibilidades de establecimiento y crecimiento de la regeneración, por esta razón también resulta indispensable clasificar las especies en función de su temperamento Beek y Sáenz (1992).

La clasificación más práctica de la regeneración natural según su temperamento es la propuesta por Finegan (1991) citado en Beek y Sáenz (1992). Finegan establece la siguiente clasificación:

- Heliófitas efímeras (se establecen y crecen solamente en claros grandes).
- Heliófitas durables (se establecen bajo dosel, pero requieren de claros para crecer).
- Esciófitas parciales (se establecen y crecen bajo dosel, pero exigen luz directa para pasar de la etapa de fuste joven a fuste maduro).
- Esciófitas totales (se establecen y crecen bajo dosel).

3.1.2. Factores para el establecimiento de la regeneración natural de un bosque

Ambientales

Los fenómenos naturales (inundaciones, deslizamientos de tierra, incendios, huracanes) de cierta magnitud pueden alterar la dinámica del bosque, sobreponiéndose a sus procesos naturales (establecimiento de regeneración, crecimiento, otros.). Sin embargo, los procesos naturales de la dinámica del bosque, también son regulados constantemente por factores ambientales como clima, suelo, entre otros. (Beek y Sáenz 1992).

La temperatura, la duración del día, la precipitación, la humedad y el viento ejercen un fuerte control sobre la fisiología y la reproducción, lo cual se refleja en la estructura del ecosistema (Louman *et al.* 2001, Etherington 1982 citado en Beek y Sáenz 1992).

Leigh (1999) citado en Louman *et al.* (2001) sugiere que algunas especies siguen el ritmo estacional de la lluvia con su ritmo de formar nuevas hojas y de floración. Las épocas secas cortas, o más húmedas de lo normal, pueden reducir la floración y causar años de menor fructificación y menor regeneración en las especies que dependen de la época seca para su floración. Esta falta de regeneración en algunos años puede ser una de las causas de distribuciones diamétricas irregulares.

Bióticos

De acuerdo con Etherington citado en Beek y Sáenz (1992), uno de los factores bióticos más relevantes es la competencia por recursos como luz, agua, entre otros., entre las diferentes especies o entre árboles de la misma especie que forman el bosque. Una competencia muy acentuada por parte de otras especies, ocasiona que ciertas especies no se encuentren sobre sitios con características favorables a su crecimiento, en tanto que si lo hacen sobre sitios donde no se encuentran

características ambientales óptimas, pero no existe (o es muy reducida) la competencia por otras especies.

La fauna presente en el bosque es sin duda otro factor biótico relevante para el establecimiento y crecimiento de la regeneración natural. El efecto positivo se produce al favorecer la dispersión de semillas. Por otro lado, los insectos y las aves pueden afectar considerablemente el éxito de la germinación de las semillas, llegando a destruir hasta el 100 % de la producción semillera de un árbol.

3.2. Organización del bosque tropical húmedo

Louman *et al.* (2001) menciona que una comunidad de vegetación puede ser caracterizada tanto por su composición, riqueza y diversidad, como por su estructura (ver gráfico 1.).



Gráfico 1. Organización de la comunidad vegetal. Fuente: Louman *et al.* 2001

3.2.1. Composición florística

La composición indica cuales especies están presentes en el bosque, está determinada tanto por los factores ambientales (posición geográfica, clima, suelos y topografía), como por la dinámica del bosque y la ecología de sus especies (Louman *et al.* 2001). Esto quiere decir que las especies establecidas en un área determinada dan pautas de sus condiciones ambientales y de la calidad del sitio. Un ejemplo claro

es el caso del pino en la RACCN, que generalmente logra establecerse y crecer en sitios con limitantes para otras especies.

La relevancia de conocer la composición de un bosque dado, es que permite caracterizar las comunidades en términos de familias, géneros y especies presentes. Es importante tomar en cuenta la composición al evaluar aspectos como los efectos de intervención sobre los bosques húmedos tropicales, pues la composición y la riqueza pueden variar de forma independiente, (Delgado y Finegan 1999 citados en Pérez 2000). En este caso, la intervención puede ser por causa natural como el impacto de un huracán, inundaciones, entre otros, o antropogénica a causa de actividades agrícolas, pecuarias o forestales.

Riqueza y diversidad de especies

De acuerdo a Louman *et al.* (2001), la riqueza se expresa con el número total de especies por unidad de área. Pérez (2000) menciona que la riqueza es un parámetro que se utiliza para conocer la importancia del bosque en cuanto al número de especie que posea, esta expresa la composición a través de las diferentes especies dentro del área boscosa.

La diversidad se expresa con el número de especies en relación con el tamaño o abundancia de la población de cada especie (Louman *et al.*, 2001). La cantidad de especies aumenta a medida que aumenta la superficie, una medida bruta de la importancia de cualquier especie puede ser expresada en términos de dominancia, densidad y frecuencia (Harper 1977 citado en Wadsworth, 2000).

Debido a la gran riqueza y diversidad de los bosques neo tropicales, estos carecen de especies de carácter dominante, siendo la mayoría de medianamente abundantes a raras, lo que hace que estos bosques sean de difícil clasificación (Hartshorn, 2002), es así, que en general entre la mitad y dos tercios de la dominancia total, está concentrada en solo el 10 o 15% de las especies (Lamprecht, 1990). En cambio, una proporción

significativa de las especies son representadas por uno o muy pocos individuos, que al igual que las comunes son importantes en la determinación de la riqueza y diversidad de la comunidad (Delgado y Finegan 1999).

De igual manera Halffter (1992), explica que la biodiversidad no depende sólo de la riqueza de especies, sino también de la dominancia relativa y la abundancia de cada una de ellas. Las especies, en general, se distribuyen según jerarquías de abundancias, desde algunas especies muy abundantes hasta algunas muy raras. Cuanto mayor el grado de dominancia de algunas especies y de rareza de las demás, menor es la biodiversidad de la comunidad. Esto es muy común, por ejemplo, en algunos tipos de vegetación templada como los bosques de pinos, donde hasta el 90% de la biomasa del ecosistema está formada por sólo una o dos especies, y el 10% restante por una cantidad grande de plantas de baja abundancia.

Factores influyentes en la composición florística de un bosque

Ambientales

Los factores climáticos, como altitud, temperatura, precipitación, humedad relativa y radiación solar determinan las diferencias en la vegetación. Conforme nos acercamos a los puntos extremos de los factores climáticos, más acentuadas se hacen las diferencias en la composición; por el contrario, las diferencias tienden a disminuir conforme dos zonas se acercan en relación con dichos factores, salvo cuando median otros factores ambientales, como variaciones debidas a factores edáficos o fisiográficos (Louman et al. 2001).

La precipitación tiene un efecto sobre el número de especies encontradas en el bosque; podemos decir, que la riqueza es directamente proporcional a la cantidad de precipitación en una zona geográfica, a mayor precipitación mayor el número de especies encontradas.

Los vientos fuertes como huracanes, pueden causar claros muy grandes en los bosques. Cuando una buena parte del bosque es derribada por el viento, se inicia una sucesión secundaria que cambia drásticamente la composición del bosque (Louman *et al.* 2001). Sin embargo, Ferrando (1998) citado en Louman *et al.* (2001), en un bosque en Honduras 24 años después del paso del huracán Fifi, encontró que la composición florística no fue muy diferente entre sitios afectados y no afectados por el huracán. Posiblemente eso se debe a que la composición y estructura del bosque son el resultado de huracanes frecuentes, de tal manera que muchas especies son tolerantes a vientos fuertes, o tienen una estrategia de reproducción adaptada a estos disturbios.

El carácter del suelo es otro factor que influye fuertemente en la composición florística de los bosques. Los suelos presentan condiciones más favorables para algunas especies que para otras, de tal forma que la composición de un bosque en una misma zona climática puede variar dependiendo del tipo de suelo (Louman *et al.* 2001).

El tercer factor que suele generar cambios en la composición de los bosques es el referido a las variaciones en la topografía del terreno. Los bosques localizados en laderas suelen tener una composición diferente de los que ocurren en áreas más planas. Aquí median aspectos tales como exposición del terreno y drenaje (Louman *et al.* 2001).

Biológicos

Entre los factores más importantes que influyen en la composición florística del bosque, ligados a la dinámica del bosque y a la ecología de las especies que los conforman, están el tamaño y la frecuencia de los claros, el temperamento de las especies y las fuentes de semillas.

La presencia de claros y su tamaño influyen en gran medida en la estructura y composición florística de los bosques, por sus efectos en la regeneración natural. La

existencia de claros es un requisito para la regeneración de muchas especies, particularmente para las especies heliófitas o pioneras que requieren una alta intensidad de luz en fases tempranas de su desarrollo (Whitmore 1984 citado en Rivas *et al.* s/f).

La hipótesis de las perturbaciones intermedias de Connell (1978) citado por Asquith en Guariguata (2002) propone que en términos de la composición de especies una comunidad nunca alcanza el equilibrio y que una diversidad alta es el resultado de un constante cambio en las condiciones del ecosistema.

El modelo de la perturbación intermedia postula que la diversidad de especies alcanza su máximo cuando las perturbaciones ocurren a frecuencia e intensidades “intermedias”. Una alteración recurrente o muy intensa provocara un descenso en el número de especies que ocupan estos sitios perturbados, en un sitio y en un momento dado y lo mismo ocurrirá si la alteración es muy poco frecuente o de una magnitud mínima: las especies más competitivas simplemente desplazarán a aquellas que solo abundan en un sitio muy perturbado (Asquith en Guariguata 2002).

En cambio, un nivel intermedio de perturbación minimizará tanto la pérdida local de ciertas especies adaptadas a crecer en sitios perturbados como la dominancia de otras, y, en consecuencia, maximizará la diversidad (Asquith en Guariguata 2002).

La hipótesis de la perturbación intermedia de Connell postula, entonces, que la apertura de claros en el bosque y la habilidad de ciertas especies de prosperar en ellos favorece un nivel de diversidad mucho más alto (a escala local y regional) que el que se presentaría si faltaran esas perturbaciones (Asquith en Guariguata 2002).

Un nivel intermedio de perturbación en el bosque implica que siempre habrá sitios recién perturbados (claros) ocupados típicamente por especies pioneras, otros de edad intermedia, y zonas de dosel cerrado (ocupado típicamente por especies no

pioneras). Esto permite que más especies puedan coexistir que si hubiese ya sea muchos claros o mucho dosel cerrado (Asquith en Guariguata 2002).

Del mismo modo, la existencia de una especie en un determinado sitio también depende de la presencia de semillas en momentos oportunos. Tal disponibilidad de semillas depende de los agentes polinizadores en el momento de la floración, de la presencia de diseminadores de frutos (animales, agua, aire), del momento de maduración de los frutos y de la viabilidad de la semilla una vez depositada en un sitio, así como de las estrategias de escape de la especie; o sea, su capacidad para superar la amenaza de los depredadores y la presión de la competencia (Hartshorn 1980, Guariguata 1998 citados en Louman *et al.* 2001).

Acosta *et al.* (s/f) menciona que la disponibilidad de semillas después del aprovechamiento y el huracán Mitch en la zona norte de Honduras, influyeron en mayor grado en la presencia de una u otra especie. Esto también podrá explicar la presencia errática (dispersa o cohortes) de regeneración de las especies en los diferentes sitios.

3.2.2. Estructura

La estructura tiene un componente vertical (distribución de biomasa en el plano vertical) y un componente horizontal (diámetro a la altura del pecho y su frecuencia), es un término utilizado para describir diversos contextos, distribución diamétrica, altura total, distribución espacial de árboles y especies, distribución de área basal en clases diamétricas, diversidad florística y asociadas (Rollete 1980 citado en Terrero 2000). De igual modo, la estructura del bosque hace posible conocer su dinámica y el temperamento de las especies, además el análisis de los resultados permite deducciones importantes acerca del origen, las características ecológicas, dominancias, dinamismo y las tendencias futuras del desarrollo de las comunidades forestales (Lamprecht 1990 citado en Terrero 2000).

Estructura horizontal

La estructura horizontal de una población o de un bosque en su conjunto se puede describir mediante la distribución del número de árboles por clase diamétrica. También se puede describir la estructura horizontal en términos de frecuencia, abundancia y dominancia (Hernández, 1999).

Las características del suelo y clima, las características y estrategias de las especies y los efectos de disturbios sobre la dinámica del bosque determinan la estructura horizontal del bosque, que se refleja en la distribución de los árboles por clase diamétrica. Esta estructura es el resultado de la respuesta de las plantas al ambiente y a las limitaciones y amenazas que este presenta (Louman *et al.* 2001).

Se han definido dos estructuras principales: la coetánea o regular y la discetánea o irregular. Una estructura coetánea corresponde a un bosque en el cual la mayor parte de los individuos, de una o varias especies, tiene una misma edad o tamaño. En una estructura discetánea, los individuos del bosque se encuentran distribuidos en varias clases de tamaño (Louman *et al.* 2001).

La distribución del número de árboles por clases diamétricas es importante para caracterizar el bosque y determinar el comportamiento de las especies en particular, ya que se construye la curva número de árboles-clases diamétricas. En los bosques maduros de los trópicos esta curva tiene una distribución en forma de “J” invertida, es decir un alto número de individuos en las clases diamétricas pequeñas y un bajo número de individuos en las clases diamétricas grandes. Sin embargo, esta tendencia no está siempre presente al realizar el análisis por especie (Monge, 1999).

Este comportamiento es debido a la respuesta de las plantas al ambiente y a las limitaciones y amenazas que este presenta. Los cambios en estos factores pueden causar cambios en la estructura, los cuales pueden ser intrínsecos a los procesos dinámicos del bosque, por ejemplo, durante las fases iniciales de la sucesión, la

existencia de una estructura boscosa en sí misma cambia el ambiente sobre el suelo, lo que afecta las oportunidades de germinar y establecerse (Louman *et al.*, 2001).

Estructura vertical

La estructura vertical es la distribución de especies en capas o estratos en función de su altura. Está determinada por la distribución de los organismos, tanto plantas como animales, a lo alto de su perfil. Esa estructura responde a las características de las especies que la componen y a las condiciones microambientales presentes en las diferentes alturas del perfil, en los diferentes pisos de la masa foliar con respecto al suelo.

Los estratos que se refieren a la compleja superposición de las copas de los árboles y arbustos, están definidos por diferentes condiciones microambientales y están conformados por agrupaciones de individuos que han encontrado un lugar adecuado para satisfacer sus necesidades energéticas (Valerio y Salas, 1997). Se considera que el bosque tropical está dividido usualmente en tres estratos, conocido el primero como estrato superior, luego el estrato medio y el estrato inferior.

Los diferentes estratos responden a la variabilidad de temperamentos que presentan las especies. Luego de la apertura de un claro inicia un proceso dinámico de desarrollo de “estratos” donde las diferentes especies pueden llegar a ocupar lugares dentro de los perfiles (no necesariamente de forma permanente), hasta que el ecosistema recupere una estructura similar a la que presentaba antes del disturbio (Monge, 1999).

3.3. Bosques huracanados

Ferrando *et al.* (s/f) afirman que los huracanes generan cohortes y, si bien el bosque es una mezcla de edades y muchas especies en general pueden regenerar en las condiciones de iluminación de un bosque maduro, muchas solo tendrán la posibilidad

de alcanzar el dosel si se producen aperturas drásticas o periódicas que permitan suficiente luz como para aumentar su tasa de crecimiento.

Esto nos conduce a pensar, desde el punto de vista ecológico, en un manejo del bosque aplicando un sistema silvícola de bosques coetáneos (Lamprecht 1990). Dentro de los sistemas utilizados en los trópicos quizás el que se asemeja más a las condiciones generales provocadas por un huracán severo es el Sistema Malayo Uniforme; si el impacto del huracán no es muy severo podría parecerse al Sistema de Dosel Protector utilizado en Nigeria y Trinidad. En las zonas de impacto moderado tal vez se parezca a los sistemas de selección en grupos (Smith 1986). Todos estos sistemas provocarían al igual que el huracán, cohortes (Ferrando *et al.* s/f).

Para aplicar alguno de estos sistemas primero habría que evaluar, entre otros, las condiciones topográficas (las que hacen impracticable el Sistema Malayo Uniforme), el costo de los tratamientos y la susceptibilidad a daños por huracanes de los rodales así manejados. En cualquiera de los tres sistemas el éxito en la recuperación del bosque estará dado por la calidad de la regeneración instalada (Ferrando *et al.* s/f).

IV. Metodología

4.1. Ubicación del estudio

El estudio se realizó en el bosque huracanado del Laboratorio Natural SNAKI propiedad de la URACCAN Recinto Bilwi, el sitio se encuentra a 64 Km de la ciudad de Bilwi sobre la carretera que une los municipios de Puerto Cabezas y Waspam, en la comunidad de Moss pam, cuenca media del río Wawa.

De acuerdo con la clasificación de zonas de vida de Holdridge (1967) la vegetación del sitio corresponde a bosque húmedo tropical (bh-T).

El relieve de la zona va de ondulado a ligeramente plano, con elevaciones que oscilan entre 30 y 40 msnm. La precipitación promedio anual alcanza los 3000 mm. El periodo de lluvias va de junio a noviembre, existe una época seca de menor precipitación entre diciembre y mayo. La temperatura promedio anual máxima es de 30°C y la mínima de 22°C. Los suelos pertenecen al orden de los Ultisoles de formación reciente aluvional con pH promedio entre 5 y 6, un nivel freático superior a un metro de profundidad y una capa fértil superficial entre 10 y 15 cm de profundidad (Fernández y Brooks, 2008).

El Laboratorio Natural SNAKI tiene una superficie aproximada de 100 hectáreas distribuida en diversos sistemas productivos, entre los que tenemos agricultura, ganadería, sistemas agroforestales y bosque.

4.2. Tipo de estudio

El estudio presenta un enfoque cuantitativo, con un corte transversal considerando que se analizó información de variables estructurales y de composición del bosque, abarcando el periodo comprendido entre el segundo semestre del año 2016 y primer semestre del año 2017.

Así también, se considera descriptivo explicativo, dado que describe el estado de desarrollo del bosque huracanado, mediante el estudio de la composición y estructura de la regeneración natural que se ha establecido en el sitio, explicando los elementos y condiciones que han influido en el establecimiento y crecimiento de los individuos y, por tanto, en las características que presenta el bosque actualmente.

4.3. Universo

El universo de estudio lo integraron todos los individuos de la regeneración natural en sus diferentes estados de desarrollo (fustal, latizal y brinzal) establecidos en las 57 hectáreas de bosque huracanado del laboratorio natural SNAKI.

4.4. Marco muestral

Se aplicó un muestreo sistemático, estableciendo un carril principal con dirección Este - Oeste a partir del cual se trazaron perpendicularmente en dirección Norte - Sur carriles secundarios ubicados a 100 m de distancia entre sí. Sobre los carriles secundarios se establecieron las unidades de muestreo separadas a 50 m entre sí (ver gráfico 2.).

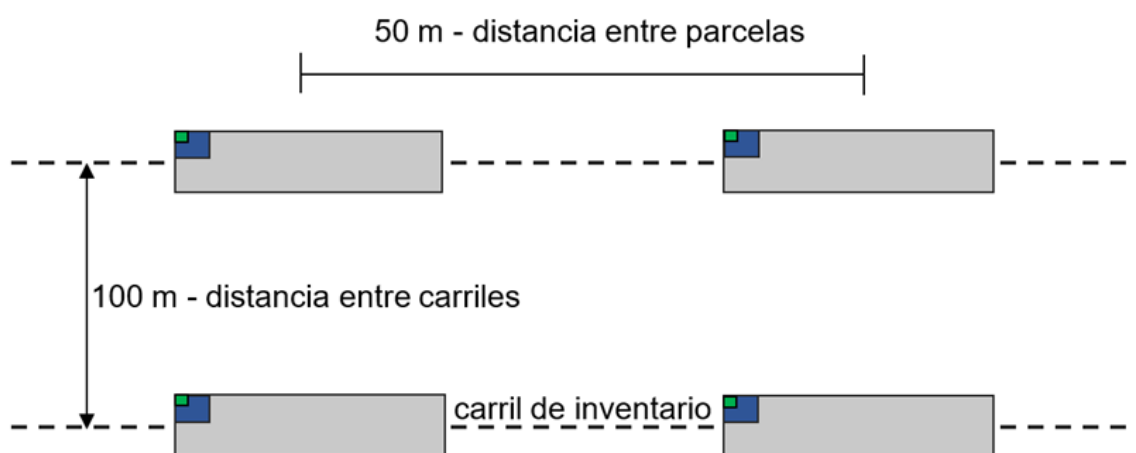


Gráfico 2. Diseño de inventario. Fuente: Elaboración propia.

4.5. Muestra

Se emplazaron 90 unidades de muestreo anidadas, establecidas y evaluadas de acuerdo a la metodología propuesta por Dauber (1995). Para cada categoría de regeneración natural (fustal, latizal y brinzal) se utilizó una unidad de registro de tamaño diferente. A medida que el tamaño de la regeneración aumento, también el tamaño de la unidad de muestreo (ver gráfico 3.).

4.5.1. Regeneración establecida

Los fustales (individuos ≥ 10 cm de dap hasta ≤ 39.9 cm de dap) se evaluaron en unidades de muestreo de 20 m x 50 m (0.1 ha) obteniendo una intensidad de muestreo del 17.5 por ciento.

4.5.2. Regeneración no establecida

Los latizales (individuos ≥ 5.0 cm de dap hasta ≤ 9.9 cm de dap) se evaluaron en unidades de muestreo de 10 m x 10 m (0.01 ha).

Los brinzales (individuos ≥ 0.30 m de altura hasta ≤ 4.9 cm de dap) se evaluaron en unidades de muestreo de 2 m x 2 m (0.0004 ha).

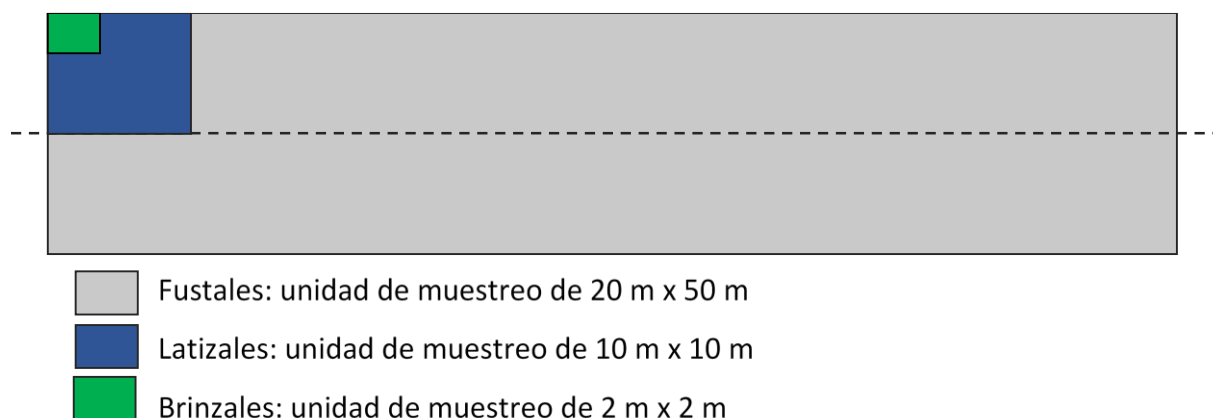


Gráfico 3. Unidades de muestreo anidadas. Fuente: Elaboración propia.

4.6. Unidad de análisis

Corresponde a cada individuo registrado en el muestreo correspondiente a las categorías de regeneración natural estudiadas (fustal, latizal y brinzal).

4.7. Operacionalización de las variables

Variables	Subvariables	Definición	Indicadores	Fuente	Técnicas
Composición florística	Riqueza Diversidad	Indica cuales especies están presentes en el bosque de estudio.	Familias Géneros Especies Abundancia Frecuencia Dominancia	Individuos registrados	Inventario
Estructura	Estructura horizontal Estructura vertical	Indica la distribución de la biomasa del bosque en el plano horizontal y vertical	Frecuencia Abundancia Dominancia Altura total Área basal dap	Individuos registrados	Inventario
Alternativas de manejo		Consideradas las diferentes opciones de aprovechamiento del bosque para su manejo responsable	Condición de luz Infestación de lianas Número de individuos por hectárea	Muestreo diagnóstico	Inventario

4.8. Criterios de selección

- a. Individuo enraizado dentro de la unidad de muestreo establecida, de acuerdo a la categoría de regeneración natural y tamaño de la unidad de muestreo correspondiente.
- b. Individuo con desarrollo en alguna de las categorías de regeneración natural en estudio (fustal, latizal o brinzal).

4.9. Fuentes de obtención de datos

Fuentes primarias: Inventario a la vegetación, reconocedores de la comunidad. Para la práctica de recopilación de datos se contó con la colaboración de reconocedores de especies los señores David Amador y/o Rodolfo Gutiérrez los cuales son nativos de la comunidad de Mossam, a su vez se contó con la colaboración del responsable del Laboratorio Natural Snaki el señor José María Jarquín, quien se encargó de brindarnos información en base a los linderos correspondientes al Laboratorio, su aporte fue significativo para la elaboración de la base de datos.

Fuentes secundarias: Bibliografía existente (libros, revistas, informes, investigaciones) que facilitaran información del sitio de estudio y su vegetación, así como información que permitiera la identificación de las morfoespecies registradas en el inventario realizado.

4.10. Técnicas e instrumentos

Los datos se obtuvieron mediante la implementación de un inventario a la vegetación existente en el sitio. En cada unidad de muestreo se evaluaron las siguientes variables:

1. Morfoespecie: identificación local hasta nombre común de las especies presentes en el bosque por parte de un reconocedor de la comunidad.

2. Dap: diámetro a la altura del pecho, medido con cinta diamétrica a 1.30 m de altura a partir de la base del árbol.
3. Altura: altura total de los individuos, estimada de manera subjetiva por el técnico de campo.

Se construyeron formatos de campo que dieran respuesta a la información que se recolecto en campo (variables evaluadas), ver anexo 1.

Para conocer las condiciones silviculturales de la regeneración natural y tener criterio técnico para la propuesta de alternativas, se realizó muestreo diagnóstico de la regeneración aplicando la propuesta metodológica de Hutchinson (1993), la cual propone la evaluación de las condiciones de iluminación y el grado de infestación por lianas en un individuo deseable sobresaliente que puede ser un fustal, latizal o brinzal. El deseable sobresaliente debe de pertenecer a una especie comercial, ser de buena forma (fuste y copa) y no presentar daños.

La evaluación se realizó en unidades de muestreo de 10 m x 10 m ubicadas en las parcelas anidadas utilizadas para el inventario de la regeneración natural. La selección del deseable sobresaliente se realizó de la siguiente manera:

Primer paso: el cuadrado contiene un árbol que satisface las normas requeridas para ser un deseable sobresaliente. Este árbol debe:

- Ser el mejor (muchas veces el más alto o el de mayor diámetro) entre los árboles comercialmente deseables en el cuadrado.
- Tener un dap de 10 cm o más, pero menos del límite mínimo de corta a aplicar en el bosque.
- Ser de un solo tronco, sano, bien formado, que contenga, o parezca que contendrá, una sección recta de por lo menos cuatro metros de largo, libre de defectos, deformaciones o nudos grandes.
- Tener una copa bien formada y vigorosa.

Segundo paso: el cuadrado no contiene ningún árbol que sea aceptable como un deseable sobresaliente (ya sea por la especie, dap, mala forma, mala copa, o falta de vigor), pero si contiene un latizal adecuado que cumple con los siguientes requisitos:

- Es una especie de valor comercial.
- Tiene entre 5.0 y 9.9 cm de dap.
- Tiene un solo tronco recto, sano, libre de defectos y deformaciones, y sin ramas pesadas.
- Tiene una copa bien formada y vigorosa.

Tercer paso: el cuadrado no contiene ningún árbol, ni latizal, que sea aceptable como deseable sobresaliente, pero si contiene un brinzal apropiado:

- Es de una especie comercial deseable.
- De un tamaño entre los 30 cm de altura total y 4.9 cm de dap.
- Con un solo tronco recto sin daño, ni defectos visibles.
- Una copa bien formada y vigorosa.

Cuarto paso: el cuadrado no contiene ningún árbol, latizal, o brinzal apropiado que pueda ser seleccionado como deseable sobresaliente. Técnicamente está desocupado.

- a. El cuadrado no contiene ninguna planta de ningún tipo que califique como deseable sobresaliente, pero se considera como potencialmente productivo.
- b. El cuadrado no contiene ninguna planta de ningún tipo que califique como deseable sobresaliente. Además, por la aparente mala calidad del sitio, el cuadrado se debe considerar como permanentemente improductivo.

Una vez identificado el deseable sobresaliente se procedió a evaluar:

Condición de luz, fue evaluada utilizando la escala de Dawkins (1959):

1. Iluminación vertical y lateral plena
2. Iluminación vertical plena

3. Iluminación vertical parcial
4. Únicamente iluminación oblicua
5. Sin iluminación

En caso de no existir deseable sobresaliente de ninguna categoría en el cuadrado, se evaluará la iluminación a 1.30 m del suelo en el centro del cuadrado.

Grado de infestación por lianas, se evaluó con la siguiente escala:

1. No hay presencia de lianas o bejucos
2. Presencia de lianas o bejucos en el fuste
3. Presencia de lianas o bejucos en el fuste y copa
4. Presencia de lianas o bejucos en el fuste y en copa, las cuales afectan el crecimiento y forma del individuo.

4.11. Validez de datos

La confiabilidad de los datos se corroboró a partir de los cálculos de estadísticos para el inventario realizado, estos fueron la media, desviación estándar de la media, error absoluto, error relativo, límites de confianza (inferior y superior), coeficiente de variación, a los indicadores de número de individuos, área basal y volumen.

De igual manera, se construyó curva de rarefacción (acumulación de especies por área) como otra forma de valoración de la efectividad del muestreo realizado a la regeneración natural.

4.12. Procesamiento y análisis

El procesamiento de la información se realizó a partir de la construcción y depuración de la base de datos del inventario en el programa Microsoft Excel, se tabularon todos

los datos de las parcelas emplazadas, digitalizando cada una de las variables evaluadas en campo.

Se determinó la confiabilidad del muestreo mediante el cálculo de parámetros estadísticos y la construcción de curvas de acumulación de especies por unidad de área. Esto se logró haciendo uso del programa Microsoft Excel y EstimateS (versión 9.1.0)

Se realizó la identificación taxonómica a nivel de familia, género y especie, de las morfoespecies registradas en el inventario de campo. Esta identificación se logró a partir de la revisión de estudios taxonómicos de la vegetación de la zona y sitios de bosques similares al sitio de estudio. Esta información permitió determinar la riqueza florística del bosque en estudio.

La diversidad se determinó a partir del cálculo del índice de Shannon-Weaver (H'), haciendo uso del programa EstimateS (versión 9.1.0)

La estructura horizontal se determinó mediante el cálculo de los parámetros dasométricos de número de individuos, área basal y volumen por unidad de área y clases diamétricas, de igual manera calculamos el índice de valor de importancia (IVI) que nos da una idea de las especies que dominan el sitio y por lo tanto tienen una alta importancia ecológica y para el manejo del mismo, este índice se calcula aplicando la fórmula:

$$IVI = \%N + \%D + \%F$$

Donde:

%N: Numero relativo de individuos de la i especie

%D: Área basal relativa de la i especie

%F Frecuencia relativa de la i especie

La estructura vertical se determinó mediante la segregación de los individuos en pisos en el perfil vertical para poder reconocer los estratos o doseles que presenta el bosque.

La propuesta de alternativas de manejo para el bosque en estudio, surgieron primeramente del análisis de la condición silvicultural de la regeneración natural, segregando la información por categoría de deseable sobresaliente, condición de iluminación e infestación de lianas y construyendo tablas con ayuda del programa Microsoft Excel.

De igual manera, se analizó los resultados de la composición y estructura del bosque lo que permitió tener una visión clara de la condición del bosque, esta información sumada al análisis del contexto local, regional e internacional del bosque, permitió identificar las diversas alternativas de manejo para el sitio en estudio.

V. Resultados y discusión

5.1. Confiabilidad del muestreo

Se calcularon los estadísticos del muestreo realizado a un 95% de confiabilidad, que demuestran el grado de confianza de los datos registrados.

Cuadro 1. Estadísticos del muestreo

Estadístico	N	G	V
Media	37.57	1.09	13.29
Desviación estándar	12.20	0.54	8.54
Coefficiente de variación	32.49	49.67	64.28
Error absoluto	1.29	0.06	0.90
Error relativo	6.80	10.40	13.46
Límite de confianza inferior	35.01	0.97	11.50
Límite de confianza superior	40.12	1.20	15.08

Fuente: Elaboración propia

En el cuadro 1, podemos observar como el muestreo realizado a la regeneración natural obtuvo un 10.40% de error relativo sobre el área basal, inferior a lo establecido en la norma técnica vigente (NTON 18 001-12) que establece un error relativo máximo aceptable de 20% sobre el área basal, por tanto, podemos decir que los datos registrados son confiables y a partir de ellos podemos hacer inferencias con respecto al área total de bosque existente en el sitio de estudio.

Otra manera de demostrar la confiabilidad del esfuerzo de muestreo es la construcción de curvas de acumulación de especies por área inventariada (ver gráfico 4.).

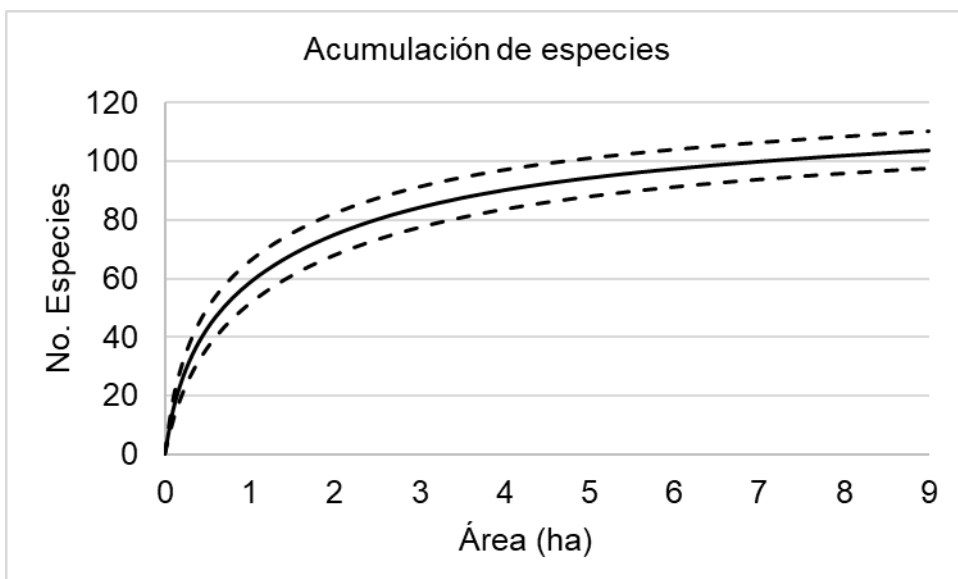


Gráfico 4. Curva de acumulación de especies por área inventariada. Fuente: Elaboración propia.

En el gráfico 4. se observa que el esfuerzo de muestreo aplicado (intensidad de muestreo del 15%), logró registrar el mayor número de especies existentes en el bosque huracanado, dado que la curva presenta una asintota muy notoria. En este sentido, la curva nos indica, que aún si usamos un mayor esfuerzo de muestreo, el número de especies registradas no cambiaría en una proporción significativa, por lo tanto, los datos son confiables y podemos predecir con gran certeza la cantidad de especies que están presentes en el área de estudio.

5.2. Composición Florística

La composición indica cuales especies están presentes en el bosque, está determinada tanto por los factores ambientales, como por la dinámica del bosque y la ecología de sus especies (Louman *et al.* 2001). A continuación, se presenta la composición florística (riqueza y diversidad) del bosque huracanado del laboratorio natural Snaki.

5.2.1. Riqueza de especies

De acuerdo a Louman *et al.* (2001), la riqueza se expresa con el número total de especies por unidad de área. Pérez (2000) menciona que la riqueza es un parámetro que se utiliza para conocer la importancia del bosque en cuanto al número de especie que posea, esta expresa la composición a través de las diferentes especies dentro del área boscosa.

En el bosque huracanado del laboratorio natural Snaki se registraron un total de 125 morfoespecies distribuidas en las tres categorías de regeneración natural en estudio (fustal, latizal y brinzal), de las cuales 12 morfoespecies no fue posible identificarlas a nivel de familia, género y especie.

Las morfoespecies identificadas se agrupan en 45 familias, 95 géneros y 113 especies (ver anexo 2.). Guadamuz (2010) reportó 35 familias, 62 géneros y 75 especies, para el mismo bosque. Si vemos hay una marcada diferencia en la riqueza de especies, consideramos que puede estar condicionado por la intensidad de muestreo aplicada en el 2010 (2.63%), y que a medida que el bosque ha avanzado en la secuencia de la sucesión secundaria (10 años), nuevas especies (posterior al establecimiento de las pioneras), colonizaron el sitio y han sido registradas dentro del muestreo.

De igual manera, Connell (1978) citado por Asquith en Guariguata (2002), en su hipótesis de las perturbaciones intermedias afirma que, en términos de la composición de especies, una comunidad nunca alcanza el equilibrio y que una diversidad alta es el resultado de un constante cambio en las condiciones del ecosistema.

El modelo de la perturbación intermedia postula que la diversidad de especies alcanza su máximo cuando las perturbaciones ocurren a frecuencia e intensidades “intermedias”. Una alteración recurrente o muy intensa provocara un descenso en el número de especies que ocupan estos sitios perturbados, en un sitio y en un momento dado (Asquith en Guariguata, 2002). Considerando la magnitud de la alteración

provocada por el huracán, esto explicaría porque de manera temporal algunas especies no estaban presentes y con el paso del tiempo, otras se han establecido, por lo que se aprecia un aumento en la riqueza del bosque.

Las familias más representadas en el bosque son Fabaceae con 13 especies, Tiliaceae con 7 especies, Moraceae y Rubiaceae con 6 especies cada una, Melastomataceae y Flacourtiaceae con 5 especies cada una, Sapotaceae, Meliaceae, Euphorbiaceae, Clusiaceae y Arecaceae con 4 especies cada una.

Los géneros más representados en el bosque son *Miconia* con 4 especies, *Ilex*, *Tabebuia*, *Cordia*, *Hirtella*, *Terminalia*, *Ormosia*, *Casearia*, *Nectandra*, *Brosimum*, *Castilla*, *Psychotria*, *Zanthoxylum*, *Pouteria*, *Luehea* y *Vochysia* con dos especies cada uno.

En el sitio de estudio existe predominancia del gremio de las heliófitas durables (HD) con un 39% del total de las especies, 15% del gremio de las heliófitas efímeras (HE), 11% del gremio de las esciófitas parciales (EP), 10% del gremio de las esciófitas totales (ET), un 25% aglomera a especies las cuales no fue posible conocer su temperamento (indeterminadas).

De acuerdo con Whitmore (1984) citado en Rivas *et al.* (s/f) la existencia de claros es un requisito para la regeneración de muchas especies, particularmente para las especies heliófitas o pioneras que requieren una alta intensidad de luz en fases tempranas de su desarrollo, lo que explica la dominancia del sitio por heliófitas (54% de las especies), esto comúnmente se esperaría para un bosque huracanado, donde la especies pioneras establecidas han aprovechado de manera oportuna las condiciones favorables de luz, dada la apertura de grandes claros por la perturbación ocurrida.

5.2.2. Diversidad

La diversidad se expresa con el número de especies en relación con el tamaño o abundancia de la población de cada especie (Louman *et al.*, 2001).

El índice de diversidad de Shannon-Weaver obtuvo un valor de 3.54, lo que indica que el bosque presenta una alta diversidad. No hacemos una valoración de la diversidad del sitio, debido a que no se tiene dato anterior a la perturbación, sin embargo, una alta diversidad es lo que se espera para bosques tropicales húmedos.

Por otra parte, podemos referirnos a la hipótesis de la perturbación intermedia de Connell, que establece que la apertura de claros en el bosque y la habilidad de ciertas especies de prosperar en ellos favorece un nivel de diversidad mucho más alto (a escala local y regional) que el que se presentaría si faltaran esas perturbaciones. Este modelo, expone que la diversidad de especies alcanza su máximo cuando las perturbaciones ocurren a frecuencia e intensidades “intermedias”. Un nivel intermedio de perturbación minimizará tanto la pérdida local de ciertas especies adaptadas a crecer en sitios perturbados como la dominancia de otras, y, en consecuencia, maximizará la diversidad (Asquith en Guariguata 2002).

Con base al modelo de Connell, consideramos que la perturbación al bosque fue muy intensa, pero, eventos de esta magnitud ocurren con muy poca frecuencia en la zona, por lo que cabe la posibilidad que favoreciera la diversidad del sitio.

De acuerdo con Harper (1977) citado por Wadsworth (2000) una medida bruta de la importancia de cualquier especie puede ser expresada en términos de dominancia, densidad y frecuencia, en este sentido se calculó el índice de valor de importancia (IVI) que nos da una idea de las especies que dominan el sitio y por lo tanto tienen una alta importancia ecológica (ver cuadro 2.).

Cuadro 2. Índice de valor de Importancia

No.	Nombre Científico	Abundancia (%)	Dominancia (%)	Frecuencia (%)	IVI (%)
1	Trichospermum mexicanum	21.60	19.58	5.99	47.17
2	Inga vera	6.90	4.07	5.55	16.52
3	Cecropia insignis	4.77	2.87	4.16	11.80
4	Byrsonima crassifolia	3.64	3.79	3.36	10.80
5	Bursera simaruba	2.99	4.15	3.14	10.28
6	Vochysia guatemalensis	3.76	3.33	3.14	10.24
7	Virola koschnyi	2.22	4.84	2.78	9.83
8	Terminalia amazonia	3.11	3.32	2.92	9.36
9	Cespedesia macrophylla	3.38	2.42	3.36	9.15
10	Schefflera morototoni	1.78	4.41	2.48	8.67
Sub Total		54.16	52.77	36.89	143.83
Resto de especies		45.84	47.23	63.11	156.17
Total		100.00	100.00	100.00	300.00

El cuadro 2. nos muestra las 10 especies que tienen mayor peso ecológico dentro del bosque, ya sea por su abundancia, dominancia o frecuencia. Podemos observar que estas especies acumulan más del 50% de la abundancia y dominancia del sitio, siendo esto característico para bosques tropicales, donde en general entre la mitad y dos tercios de la dominancia total, está concentrada en solo el 10 o 15% de las especies (Lamprecht 1990).

En cambio, podemos observar que la frecuencia para el resto de las especies acumula más del 60%, lo que de acuerdo con Delgado y Finegan (1999) se debe a que una proporción significativa de las especies son representadas por uno o muy pocos individuos, por lo que pueden llegar a ser consideradas raras o escasas dado que, en general, se distribuyen según jerarquías de abundancias, desde algunas especies muy abundantes hasta algunas muy raras (Halffter, 1992).

5.3. Estructura

La estructura tiene un componente vertical (distribución de biomasa en el plano vertical) y un componente horizontal (diámetro a la altura del pecho y su frecuencia), es un término utilizado para describir diversos contextos, distribución diamétrica, altura total, distribución espacial de árboles y especies, distribución de área basal en clases diamétricas, diversidad florística y asociadas (Rollete 1980 citado en Terrero 2000).

5.3.1. Estructura horizontal

La estructura horizontal del bosque en su conjunto se determinó mediante la distribución por clase diamétrica del número de árboles y área basal por hectárea (ver cuadro 3.).

Cuadro 3. Distribución diamétrica del número de árboles y área basal por hectárea en el bosque huracanado del Laboratorio Natural Snaki

Parámetro	Clase diamétrica (cm)							Total
	10-19.9	20-29.9	30-39.9	40-49.9	50-59.9	60-69.9	>70	
N/ha	284.11	67.00	15.33	4.22	1.78	1.33	1.22	375.00
G/ha (m ²)	4.49	2.87	1.32	0.64	0.38	0.41	0.74	10.84

En el cuadro 3. Se observa que el bosque presenta una densidad de 375 individuos por hectáreas, donde el 76% de los individuos se aglomeran en la clase diamétrica de 10 a 19.9 cm de dap, y en la medida que aumenta el diámetro, la cantidad de individuos disminuye. Ferrando *et al.* (s/f) afirman que los huracanes generan cohortes y, si bien el bosque es una mezcla de edades y tamaños, en el caso del bosque del laboratorio natural, la perturbación provocada por el huracán ha generado que la mayor parte de los individuos presenten diámetros similares (ver gráfico 5).

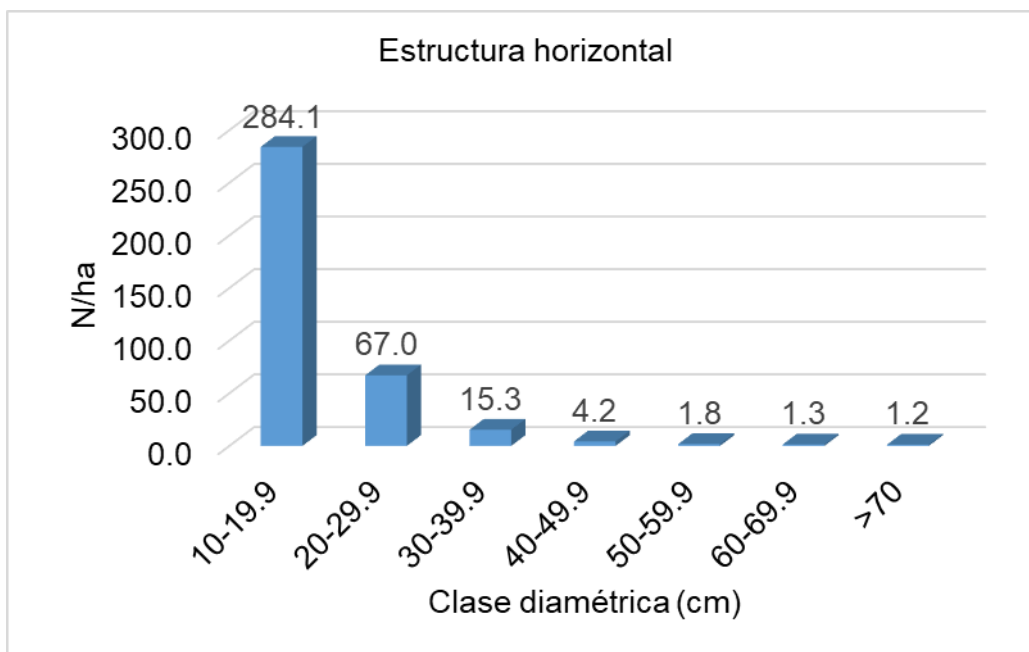


Gráfico 5. Estructura horizontal del bosque huracanado del Laboratorio Natural Snaki

En el gráfico 5. observamos que la distribución de la masa arbórea presenta forma de campana (mitad lado derecha), donde la mayor concentración de individuos se da en las clases diamétricas menores, es decir el bosque presenta una estructura coetánea que de acuerdo con Louman *et al.* (2001) corresponde a un bosque en el cual la mayor parte de los individuos, de una o varias especies, tiene una misma edad o tamaño, característica que se esperaría para el bosque, de acuerdo a la fase en la secuencia de la sucesión (leñosas de crecimiento rápido o pioneras), posterior al alto grado de perturbación al que fue sometido por el impacto del huracán.

El área basal por hectárea presenta un valor de 10.84 m², el 68% se concentra en las clases diamétricas inferiores a 30 cm de dap. Esta característica pone en evidencia nuevamente el grado de perturbación al que fue sometido el bosque, situación que propicio el establecimiento y crecimiento de la regeneración en estado de brinzal o latizal e incluso nuevos reclutas, que han sabido aprovechar el recurso disponible que dejó la apertura de grandes claros por el derribo del 75% de los individuos existentes antes del huracán, en este sentido, Whitmore (1984) citado en Rivas *et al.* (s/f), afirman

que la presencia de claros y su tamaño influyen en gran medida en la estructura y composición florística de los bosques, por sus efectos en la regeneración natural.

La especie *T. mexicanum* (capulín) es la que domina el sitio en términos de abundancia, dominancia y frecuencia, situación que manifiesta como la especie aprovecho el recurso disponible (grandes claros) al ser una pionera de rápido crecimiento y colonizadora por excelencia.

Con respecto a la regeneración natural no establecida (latizal y brinzal) se encontró un conteo de 628 individuos por hectárea en el estado de latizal, donde 81 de las especies registradas tienen presencia en esta categoría. En el caso del estado de brinzal se contabilizan más de doce mil individuos por hectárea, donde solamente 71 de las especies registradas tiene presencia.

De manera general, la regeneración natural presenta una gran cantidad de individuos que, de alguna manera, garantizan el relevo de los individuos, según la dinámica del bosque, sin embargo, existen aproximadamente 21 especies que solo tienen representación en el estado de fustal, lo que de alguna manera condiciona la presencia de las mismas dentro del bosque. Así mismo, existe tres especies que solo se registraron en el estado de latizal y otras seis solamente en el estado de brinzal, en el caso de estas últimas nueve especies, puede ser que su crecimiento es de tipo herbáceo y arbustivo, por lo que no llegan a obtener gran tamaño.

5.3.2. Estructura Vertical

La estructura vertical es la distribución de especies en capas o estratos en función de su altura. Está determinada por la distribución de los organismos, tanto plantas como animales, a lo alto de su perfil. Esa estructura responde a las características de las especies que la componen y a las condiciones microambientales presentes en las diferentes alturas del perfil, en los diferentes pisos de la masa foliar con respecto al suelo.

Se considera que el bosque tropical está dividido usualmente en tres estratos, conocido el primero como estrato superior (individuos mayores a 24 metros), luego el estrato medio (individuos entre 16 y 24 metros) y el estrato inferior (individuos entre 8 y 16 metros), se calculó la estructura vertical del bosque a partir de los datos de altura de los individuos evaluados (ver gráfico 6).

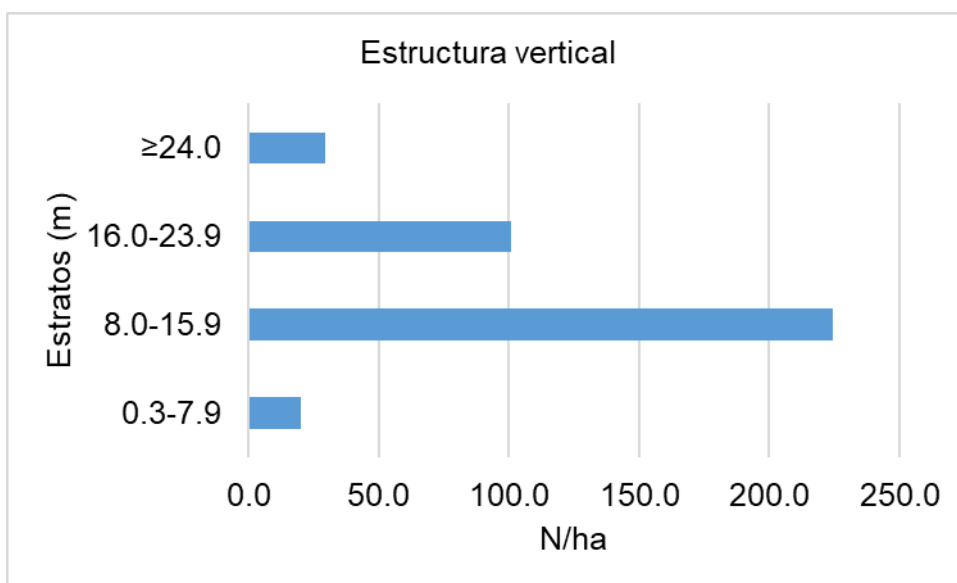


Gráfico 6. Estructura vertical del bosque huracanado del laboratorio natural Snaki

En el gráfico 6., podemos observar los diferentes estratos encontrados en el bosque, donde el 60% de los individuos se ubica en el estrato bajo, seguido del estrato intermedio (27%). Esta característica nos da una idea más clara de la estructura coetánea del bosque, donde la mayor parte de los individuos tienen un mismo tamaño.

5.4. Manejo del bosque

Establecer una propuesta de manejo a partir de: Resumen de las especies predominantes con enfoque ecológico, turístico y la implementación de futuras investigaciones comparativas en restauración del bosque Servicios ecosistémicos

5.4.1. Muestreo diagnóstico

Se determinó la condición silvicultural de los individuos de especies de valor comercial mediante un muestreo diagnóstico aplicando la metodología propuesta por Hutchinson (1993). Se evaluaron un total de 56 parcelas de 10 m x 10 m, donde se identificó el individuo deseable sobresaliente en una de las tres categorías de regeneración estudiada.

Los resultados del muestreo diagnóstico nos permiten tener criterio para prescribir la aplicación de tratamientos silviculturales que ayuden a la masa arbórea de interés a lograr un desarrollo óptimo, mejorando los rendimientos del bosque en cuanto a la producción de madera. Los resultados se presentan en el cuadro 4.

Cuadro 4. Condición silvicultural de la regeneración natural

Deseable Sobresaliente	Condición de Luz					Lianas		
	Emergente	Plena Vertical	Vertical parcial	Oblicua	Indirecta	Sin lianas	Fuste	Fuste y copa
Fustal	9	8	4			4	13	4
Latizal		5	5	4		6	7	1
Brinzal			1	5	15	20	1	
Total	9	13	10	9	15	30	21	5

En el cuadro 4., podemos observar que el bosque presenta un individuo de características deseable (comercial) en el 100% de las parcelas evaluadas, lo que nos indica que en toda el área de bosque podemos tener individuos de esta calidad.

Los fustales y latizales presentan condiciones de luz adecuadas para su crecimiento y desarrollo, sin embargo, en el caso de los brinzales el 70% presentan condiciones de luz deficientes, por tanto, se requiere hacer el análisis del temperamento de las especies y valorar el tratamiento silvicultural requerido.

En el caso de las lianas podemos observar que más de la mitad de los individuos se encuentran libres de lianas, un 38% de los individuos presento infestación de lianas en

el fuste, en este sentido, la condición de infestación de lianas para el total de individuos en este momento no afecta el crecimiento de los mismos, por lo que no requiere prescripción silvicultural por ahora, por lo que los esfuerzos de manejo silvicultural deben estar dirigidos a brindar condiciones de luz adecuadas a la regeneración natural no establecida en la categoría de brinzal.

5.4.2. Alternativas de manejo

Las alternativas de manejo surgen de las características que presenta el bosque actualmente, junto a un análisis de la situación del contexto tanto local, regional e internacional, de tal manera permita reconocer oportunidades para hacer factible el manejo responsable del mismo. Entre las principales propuestas de manejo podemos mencionar la producción de madera y otros productos forestales, la conservación de la biodiversidad, servicios ecosistémicos, entre otros.

Producción de madera y otros productos forestales

El bosque presenta una estructura coetánea que permitiría obtener volúmenes considerables de madera en una sola intervención, considerando que la mitad del volumen existente actualmente pertenece a la clase comercial y potencial (ver cuadro 5.)

Cuadro 5. Volumen por hectárea (m³) por gremio comercial

Gremio Comercial	10-19.9	20-29.9	30-39.9	40-49.9	50-59.9	60-69.9	≥ 70.0	Total
Comercial	10.07	10.34	7.86	4.77	3.43	3.19	6.33	46.00
No Comercial	29.42	22.08	7.38	1.81	1.79		1.47	63.95
Potencial	2.97	2.67	2.61	2.16	1.65	4.53	0.76	17.35

Podemos observar en el cuadro 5., que actualmente existe un volumen comercial de 18 m³, que se encuentra dentro del DMC establecido en la normativa vigente, y a futuro

el volumen comercial aumentara según el crecimiento de los individuos de valor comercial ubicados actualmente en las clases diamétricas inferiores al DMC.

Por otra parte, existe la posibilidad de aprovechar recursos no maderables como heliconias (ornamental), la palma suitea (construcción de techos), entre otros, que permitan generar ingresos al laboratorio natural y contribuyan al manejo responsable del bosque.

Conservación de la biodiversidad

El área de bosque de laboratorio natural presenta una alta diversidad florística, sumado a ser uno de los pocos fragmentos de bosque aun existente en el paisaje local de la comunidad, su conservación contribuiría no solamente a conservar flora, sino toda la diversidad de fauna existente en este ecosistema. Consideramos que se debe de analizar la posibilidad de declararlo reserva natural de carácter privado.

Para la conservación del fragmento de bosque, se puede incursionar en alternativas turísticas viables con los objetivos de conservación, entre las que podemos mencionar turismo ecológico, turismo científico, senderismo, avistamiento de aves, entre otros. De esta manera, generar recursos que puedan ser invertidos en la protección del área de agentes externos depredadores de la flora y fauna de estos ecosistemas.

Servicios ecosistémicos

Actualmente en el mundo se está trabajando arduamente para contrarrestar los efectos del cambio climático, se han desarrollado estrategias a nivel global y de país que contribuyan a la reducción de la deforestación y degradación del recurso bosque, siendo la conservación de los bosques pilar fundamental en esta lucha debido a los servicios ecosistémicos que prestan.

En este sentido, el área de bosque del laboratorio natural, es un bosque secundario joven en proceso de crecimiento, que esta almacenando gran cantidad de carbono, protegiendo los afluentes de la sedimentación, proporcionando refugio para una gran cantidad de especies de flora y fauna, abasteciendo a las comunidades y pueblos indígenas de recursos no maderables (plantas medicinales) que contribuyen a conservar las prácticas culturales mismas. Ante esto consideramos que esta área boscosa es un punto de suma importancia para la zona y debe realizarse las gestiones pertinentes que permitan acceder a planes, programas, estrategias y otros, que permitan captar recursos financieros y técnicos para la conservación del área y los servicios ecosistémicos que brinda.

VI. Conclusiones

La riqueza del bosque fue de 45 familias, 95 géneros y 113 especies, siendo un bosque con una alta diversidad ($H' = 3.54$). La especie con mayor peso ecológico es el capulín (*T. mexicanum*), perteneciente al gremio de las heliófitas que están dominando en el bosque con un 54% de las especies encontradas pertenecientes a este gremio.

El bosque presenta una estructura coetánea, es decir la mayoría de sus individuos presentan el mismo tamaño. El 76% de los individuos presentan diámetros entre 10 y 19.9 cm, y un 60% de los individuos se encuentran ubicados en el estrato bajo entre 8 y 16 metros de altura.

La regeneración natural presenta condiciones adecuadas de luz, y la infestación de lianas no está afectando el crecimiento de los individuos, por tanto, no se requiere de tratamientos silviculturales a gran escala y de manera inmediata, sin embargo, si de manera puntual para la regeneración no establecida en el estado de brinzal.

Las principales alternativas de manejo que pueden implementarse para la conservación del área tienen que ver con el aprovechamiento de madera y otros productos forestales, conservación de la biodiversidad, servicios ecosistémicos, entre otros.

De manera general, podemos decir que el bosque es un bosque secundario que se encuentra en crecimiento y desarrollo, según la teoría de las sucesiones secundarias, en la etapa de las leñosas pioneras de rápido crecimiento.

VII. Recomendaciones

Crear un herbario regional, que facilite la identificación de las especies vegetales existentes en los diferentes ecosistemas presentes en la región.

Declarar el área de bosque del laboratorio natural Snaki, como reserva natural privada, para establecer un plan de manejo que conlleve a la conservación del bosque y la biodiversidad faunística y florística presente en el sitio.

Continuar con el monitoreo de la dinámica del bosque huracanado, para generar información relevante que facilite la toma de decisiones para el manejo responsable del mismo.

Aprovechar el laboratorio natural como medio didáctico para la práctica de estudiantes de la carrera de Ingeniería agroforestal en la aplicación de tratamientos silviculturales que permitan lograr las metas que se definan para el bosque.

Las principales alternativas de manejo que se pueden implementar para conservar el área es el desarrollo de programas de manejo de bosque encaminado a evitar el deterioro del área de bosque.

Crear prácticas de aprovechamiento de productos forestales, conservación de la biodiversidad, crear un convenio de manejo colaborativo entre URACCAN, comunidad e instituciones públicas con el fin de lograr la conservación.

Adquirir compromisos reales para la realización de labores de protección después de implementarse las actividades de aprovechamiento.

Crear actividades dirigidas específicamente a la conservación, tales como la identificación de árboles semilleros con el fin de aumentar la productividad del bosque, a su vez impulsar un sistema de monitoreo dirigido a valorar la regeneración de manera periódica con el fin de generar información relativa del estado del bosque.

VIII. Lista de referencias

- Beek, R., Sáenz, G. (1992). Manejo forestal basado en la regeneración natural del bosque: estudio de caso en los robledales de altura de la cordillera de Talamanca, Costa Rica. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 50 p.
- Cordero, J., Boshier, D.H. (2003). Árboles de Centroamérica. CATIE. Turrialba, Costa Rica.
- Dauber, E. 1995 Guía práctica y teoría para el diseño de un inventario forestal de reconocimiento. Santa Cruz (Bolivia); Editorial El País. 30 p.
- Fernández, E., Brooks, M. (2008). Estudio biofísico de la finca académica SNAKI URACCAN, en la comunidad de Moss, municipio de Waspam, Río Coco, RAAN. Monografía. URACCAN. Puerto Cabezas, Nicaragua. 69 p.
- Ferrando, J., Louman, B., Finegan, B., Guariguata, M. s/f. Pautas ecológicas para el manejo de bosques naturales afectados por huracanes en la costa norte de Honduras. Revista Forestal Centroamericana.
- Ferrando, J.J. (1998). Composición y estructura del bosque latifoliado de la costa norte de Honduras: Pautas ecológicas para su manejo. Tesis M.Sc. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 71 p.
- Guadamuz, N. (2010). Regeneración natural del bosque huracanado de la finca académica SNAKI, comunidad de Mossam a tres años del huracán Félix. Monografía. 78 p.
- Guariguata, M., Kattan, G. (2002). Ecología y conservación de bosques neotropicales. 1era. Ed. Ediciones LUR. Cartago, Costa Rica. 692 p.
- Hutchinson, I. (1993). Puntos de partida y muestreo diagnóstico para la silvicultura de bosques naturales del trópico húmedo. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 27 p.
- Instituto Nacional Forestal. (2009). Resultados del Inventario Nacional Forestal: Nicaragua 2007 – 2008. INAFOR. Managua, Nicaragua. 232 p.
- Lamprecht, Hans: Silvicultura En Los Trópicos: Los Ecosistemas Forestales En Los Bosques Tropicales Y Sus Especies Arbóreas; Posibilidades Y Métodos Para Un Aprovechamiento Sostenido/ Por Hans Lamprecht. Trad. Del Antonio Carrillo. Deutsche Gesellschaft Für Technische Zusammenarbeit (Gtz) GmbH. - Rossdorf: Tz – Verl. – Ges., (1990).

Louman, B., Quirós, D., Nilsson, M. (2001). Silvicultura de bosques latifoliados húmedos con énfasis en América Central. CATIE. Turrialba, Costa Rica. 265 p.

Wadsworth, F.2000. Producción Forestal para América tropical. USA
CATIE/IUFRO-SPC. Textbook Project N° 3. 603 p.

IX. Anexos.

Anexo 1. Formatos de campo

Bosque Latifoliado Comunidad de Moss
Parcela de 20 m x 50 m - Fustales ≥ 10 cm de dap a 39.9 cm de dap

Número de transecto: _____ Número de Parcela: _____
Fecha: _____ / _____ / _____ (día/mes/año)
Anotador: _____
Reconocedor: _____
Coordenadas UTM X: _____ UTM Y: _____

No. Árbol	Nombre / Especie	dap (cm)	Altura (m)	Observaciones

Bosque Latifoliado Comunidad de Moss
Parcela de 10 m x 10 m - Latizales ≥ 5 cm hasta ≤ 9.9 cm de dap

No. transecto: _____ No. Parcela: _____ subparcela _____
Fecha: _____ / _____ / _____ (día/mes/año)
Anotador: _____
Reconocedor: _____
Coordenadas UTM X: _____ UTM Y: _____

No. Árbol	Nombre / Especie	dap (cm)	Altura (m)	Observaciones

Bosque Latifoliado Comunidad de Moss
Parcela de 2 m x 2 m - Brinzales ≥ 0.30 m de altura hasta ≤ 4.9 cm de dap

No. transecto: _____ No. Parcela: _____ subparcela _____
Fecha: _____ / _____ / _____ (día/mes/año)
Anotador: _____
Reconocedor: _____
Coordenadas UTM X: _____ UTM Y: _____

No. Árbol	Nombre / Especie	dap (cm)	Altura (m)	Observaciones

Bosque Latifoliado Comunidad de Moss
Parcela de 10 m x 10 m – Muestreo Diagnostico

Número de Transecto: _____

Fecha: _____ / _____ / _____ (día/mes/año)

Anotador: _____

Reconocedor: _____

Coordenadas UTM X: _____ UTM Y: _____

No. Parcela	Nombre / Especie	Clase de DS*	dap (cm)	Luz	Lianas	Observaciones

*Clase de Deseable sobresaliente:

- 1 = Fustal
- 2 = Latizal
- 3 = Brinzal
- 4 = Ninguno

Anexo 2. Mapa Laboratorio Natural SNAKI



Anexo 3. Riqueza del bosque huracanado del laboratorio natural Snaki

No.	Nombre Común	Familia	Genero	Especie
1	Quita calzón	Anacardiaceae	Astronium	graveolens
2	Jobo		Spondias	mombin
3	Manga larga	Annonaceae	Xilopia	frutescens
4	Leche de vaca	Apocynaceae	Lacmellea	sp.
5	Cachito		Stemmadenia	arbórea
6	Palo blanco	Aquifoliaceae	Ilex	sp.
7	Areno blanco			tectonica
8	Concha Cangrejo	Araliaceae	Dendropanax	arboreus
9	Mano de león		Schefflera	morototoni
10	Suita	Arecaceae	Asterogyne	martiana
11	Coyol		Bactris	sp.
12	Maquenque		Euterpe	precatoria
13	Cola de gallo		Geonoma	Congesta
14	Cortez	Bignoniaceae	Tabebuia	Guayacan
15	Roble			sp.
16	Pochote	Bombacaceae	Bombacopsis	Quinata
17	Guano		Ochroma	Lagopus
18	Laurel	Boraginaceae	Cordia	Alliodora
19	Muñeco			Bicolor
20	Indio desnudo	Burseraceae	Bursera	simaruba
21	Fosforito		Protium	Schippii
22	kerosene		Tetragastris	Panamensis
23	Guarumo	Cecropiaceae	Cecropia	insignis
24	Varazón colorada	Chrysobalanaceae	Hirtella	americana
25	Varazón			media
26	Cenizo		Licania	sp.
27	Santa maría	Clusiaceae	Calophyllum	brasiliense
28	Jocomico		Garcinia	intermedia

29	Leche maría		Symphonia	Globulifera
30	Mata roncha		Vismia	macrophylla
31	Guayabo de charco	Combretaceae	Terminalia	amazonia
32	Guayabo negro			oblonga
33	Caña agria	Costaceae	Costus	sp.
34	Navajuela	Cyperaceae	Scleria	sp.
35	Chaparro	Dilleniaceae	Curatella	americana
36	Comida de lora	Euphorbiaceae	Amanoa	Guianensis
37	Copalchi		Croton	Schiedeanus
38	Uva montera		Gymnanthes	sp.
39	Nanciton		Hyeronima	Alchorneoides
40	Carbón	Fabaceae	Acacia	sp.
41	Quebracho		Cojoba	Arborea
42	Granadillo		Dalbergia	sp.
43	Comenegro		Dialium	Guianense
44	Guapinol		Hymenaea	Courbaril
45	Guaba		Inga	vera
46	Chaperno		Lonchocarpus	guatemalensis
47	Coralillo		Ormosia	Coccinea
48	Frijolillo			Velutina
49	Guanacaste		Pithecellobium	sp.
50	Sangregrado		Pterocarpus	Officinalis
51	Gavilán		Schizolobium	Parahybum
52	Mora		Vatairea	Lundellii
53	Manga larga blanca	Flacourtiaceae	Casearia	Arborea
54	Café			Sylvestris
55	Areno		Laetia	Procera
56	Madroño		Lindackeria	laurina

57	Plomo		Zuelania	guidonea
58	Aguacatillo	Lauraceae	Nectandra	Membranaceae
59	Aguacate canelo			sp.
60	Aguacate montero		Persea	sp.
61	Lengua de vaca	Lecythidaceae	Grias	Cauliflora
62	Nancite	Malpighiaceae	Byrsonima	crassifolia
63	Capirote manzano	Melastomataceae	Bellucia	Pentamera
64	Capirote blanco		Miconia	Argentea
65	Capirote negro			Hondurensis
66	Capirote			sp. 1
67	Capirote llanero			sp. 2
68	Cedro macho	Meliaceae	Carapa	Guianensis
69	Pronto alivio		Guarea	Grandifolia
70	Caoba		Swietenia	Macrophylla
71	Kerosene blanco		Trichilia	Pallida
72	Ojoche	Moraceae	Brosimum	Alicastrum
73	Ojoche blanco			Guianense
74	Palo de Hule		Castilla	Elastica
75	Tuno			Tunu
76	Chilamate		Ficus	sp.
77	Ojoche colorado		Pseudolmedia	Spuria
78	Sebo	Myristicaceae	Virola	koschnyi
79	Escobillo	Myrtaceae	Myrciaria	Floribunda
80	Tabacón	Ochnaceae	Cespedesia	macrophylla
81	Palo de piedra	Olacaceae	Miquartia	Guianensis
82	Cordoncillo	Piperaceae	Piper	sp.
83	Carrizo	Poaceae	Bambusa	sp.

84	Papalón	Polygonaceae	Coccoloba	sp.
85	Ajo	Rhizophoraceae	Cassipourea	Guianensis
86	Cacho de venado	Rubiaceae	Amaioua	Corymbosa
87	Yema de huevo		Chimarrhis	Parviflora
88	Jagua		Genipa	americana
89	Jicarillo		Posoqueria	Latifolia
90	Labio de puta		Psychotria	Poeppigiana
91	Uva llanera			sp.
92	Lagarto	Rutaceae	Zanthoxylum	Belizense
93	Chinche			sp.
94	Cola de Pava	Sapindaceae	Cupania	Glabra
95	Palo de culebra		Matayba	Oppositiflora
96	Nispero	Sapotaceae	Manilkara	Zapota
97	Caimito		Chrysophyllum	sp.
98	Zapotillo		Pouteria	Reticulata
99	Zapote			Sapota
100	Aceituno	Simaroubaceae	Simarouba	Glauca
101	Guacimo ternero	Sterculiaceae	Guazuma	Ulmifolia
102	Tapa botija	Tiliaceae	Apeiba	Membranaceae
103	Algodón de charco		Christiana	Africana
104	Guacimo blanco		Goethalsia	Meiantha
105	Majagua		Heliocarpus	sp.
106	Guacimo colorado		Luehea	Seemannii
107	Guacimo			Speciosa
108	Capulín		Trichospermum	mexicanum
109	Pellejo de vieja	Ulmaceae	Celtis	Schippii
110	Bimbayan	Verbenaceae	Vitex	Cooperi

111	Huesito	Violaceae	Rinorea	Squamata
112	Manga larga colorada	Vochysiaceae	Vochysia	Ferrugínea
113	Palo de agua			Guatemalensis
114	Bejuco			
115	Bolita			
116	Chile Montero			
117	Corona de Cristo			
118	Costilla de sapo			
119	Guacamayo			
120	Guayabillo			
121	Heliconia			
122	Lengua de perico			
123	Moco de chompipe			
124	Palma			
125	Uva			

Anexo 4. Imagen de Bosque Laboratorio Snaki



Anexo 5. Aval del tutor

AVAL DEL TUTOR

El tutor, por medio del presente escrito otorga el Aval correspondiente para la presentación de:

- a. Perfil
- b. Protocolo ☐
- c. Informe Final ☒
- d. Artículo Técnico ☐
- e. Otra forma de culminación (especifique): _____

A la investigación titulada: Bosque huracanado del Laboratorio Natural SNAKI a 10 años del huracán Félix, desarrollada por el o los estudiantes:

Br. Danegellie Cassitie Garth Torrez

Br. Rosalina Herbacio White

De la carrera: Ingeniería Agroforestal

Nombre y apellido del Tutor: Noé Guadamuz

Firma: 

Recinto: Bilao

Extensión: _____

Fecha: 24 mayo 2019